丝兰提取物对肉仔鸡消化代谢功能的影响

苏俊玲　史彬林*　岳远西　楚维斌　曹振兴　孙登生　闫素梅

（内蒙古农业大学动物科学学院，呼和浩特　010018）

摘　要：本文旨在研究饲粮中添加不同水平的丝兰提取物（YSE）对肉仔鸡小肠黏膜形态、食糜消化酶活力和营养物质表观代谢率的影响，为确定 YSE 的适宜添加量提供理论依据。试验选取 128 只 1 日龄爱拔益加（AA）肉仔鸡，基础饲粮预饲 14 d 后随机分为 4 个组，每组 4 个重复，每个重复 8 只鸡，YSE 添加水平分别为 0（对照组）、100、200 和 300 mg/kg，试验期 28 d。28 和 42 日龄时每个重复随机选取 2 只肉仔鸡屠宰，取十二指肠、空肠和回肠的前段观察小肠黏膜形态，取食糜测定消化酶活力，35 日龄时每个重复选取 1 只鸡进行代谢试验。结果表明：与对照组相比，1）饲粮中添加 100 mg/kg YSE 显著提高了肉仔鸡 28 日龄时空肠绒毛高度（VH）及 42 日龄时十二指肠 VH 和绒毛高度/隐窝深度（V/C）（P<0.05）。2）饲粮中添加 200 mg/kg YSE 显著提高了肉仔鸡 42 日龄时回肠食糜胰蛋白酶（TRY）、脂肪酶（LPS）活力和十二指肠食糜 LPS 活力（P<0.05）。3）饲粮中添加 200 mg/kg YSE 显著提高了肉仔鸡干物质（DM）和粗蛋白质（CP）表观代谢率（P<0.05），而添加 300 mg/kg YSE 显著降低了 CP 表观代谢率（P<0.05）；100 和 200 mg/kg YSE 组钙（Ca）、磷（P）表观代谢率呈升高趋势而 300 mg/kg YSE 组呈降低趋势(0.05≤P<0.10)。由此可见，从消化代谢功能看，YSE 在肉仔鸡饲粮中的添加剂量以 100~200 mg/kg 为宜。

关键词：丝兰提取物；肉仔鸡；消化；代谢

中图分类号：S816.7　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

丝兰（*Yucca shidigera*）是一种龙舌兰科多年生常绿小型灌木，丝兰提取物（*Yucca*

收稿日期：2016-04-21

作者简介：苏俊玲（1992-），女，山西忻州人，硕士研究生，研究方向为动物环境与营养。E-mail: suling920521@sina.com

*通信作者：史彬林，教授，博士生导师，E-mail: shibinlin@yeah.net

schidigera extract，YSE）的活性成分主要包括皂甙、多酚和多糖等，具有促进动物生长、减少有害气体、调节免疫功能和改善畜产品品质等多种生物学活性[1-3]，且对动物机体不产生任何不良反应和毒副作用[4]，可作为一种绿色添加剂应用于动物生产。周霞[5]研究发现，肉仔鸡饲粮中添加 YSE 可提高平均日增重而降低料重比，提高脾脏指数、血液 CD^{4+}水平和 CD^{4+}/CD^{8+}，提高屠宰性能而降低腹脂率。李万军[6]试验结果表明，饲粮添加 YSE 可提高肉仔鸡期末体重和平均日增重而降低料重比，同时显著降低鸡舍内氨气和硫化氢浓度，具有明显的除臭作用。苏俊玲等[7]研究也表明，饲粮中添加 YSE 可提高肉仔鸡平均日增重而降低料重比，同时提高 42 日龄肉仔鸡屠宰率。此外，研究认为 YSE 可以提高肉仔鸡对饲料营养物质的利用率[6,8-9]，但有关其作用机制的研究较少。鉴此，本研究拟从小肠黏膜形态、食糜消化酶活力和营养物质表观代谢率的角度入手，探讨 YSE 对肉仔鸡消化代谢功能的影响及作用机理，为 YSE 在肉鸡饲粮中的科学应用和推广提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计

试验采用单因素随机试验设计，选取 128 只（公母各占 1/2）1 日龄健康爱拔益加（AA）雏鸡，基础饲粮预饲 14 d 后随机分为 4 个组，每组 4 个重复，每个重复 8 只鸡，YSE 添加水平分别为 0（对照组）、100、200 和 300 mg/kg。各组鸡初始体重经方差检验差异不显著（$P>0.05$），试验期 28 d。

本试验采用玉米–豆粕型基础饲粮，按中华人民共和国农业行业标准（NY/T 33–2004）并结合内蒙古地区肉鸡养殖实际情况配制基础饲粮，基础饲粮组成及营养水平见表 1，各试验组饲粮营养水平一致。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	15~28 日龄 15 to 28 days of age	29~42 日龄 29 to 42 days of age

原料 Ingredients		
玉米 Corn	51.68	58.49
豆粕 Soybean meal	41.00	34.30
豆油 Soybean oil	3.00	3.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.90	1.80
石粉 Limestone	1.10	1.20
食盐 NaCl	0.37	0.37
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys•HCl	0.05	0.03
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.19	0.10
预混料 Premix[1)]	0.71	0.71
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.62	12.87
粗蛋白质 CP	21.84	19.95
钙 Ca	1.00	1.00
有效磷 AP	0.48	0.46
赖氨酸 Lys	1.40	1.20
蛋氨酸 Met	0.56	0.44

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of diets：Fe (as ferrous sulfate) 60.91 mg，Cu (as copper sulfate) 6.01 mg，Zn (as zinc sulfate) 65.75 mg，Mn (as manganese sulfate) 62.3 mg，I (as potassium iodide) 0.9 mg，Se (as sodium selenite) 0.21 mg，VA 6 141.5 IU，VD_3 1 789.2 IU，VE 7.99 mg，VK 1.82 mg，VB_1 0.65 mg，VB_2 3.93 mg，VB_6 2.08 mg，VB_{12} 0.01 mg，烟酸 nicotinic acid 18.06 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 6.65 mg，

叶酸 folic acid 0.59 mg，生物素 biotin 0.07 mg，胆碱 choline chloride 332.28 mg。

2)粗蛋白质为实测值，其他营养水平为计算值。CP was a measured value, while the other nutrient levels were calculated values.

1.2 试验材料

试验用 YSE 为全株提取物，棕褐色固体粉末，购自陕西源之星生物工程有限公司，皂甙含量≥40%，直接添加到基础饲粮中。

1.3 饲养管理

本试验在内蒙古农业大学动物科学学院动物代谢室内进行。试验开始前对鸡舍环境、用具等进行清洗，并采用高锰酸钾–甲醛熏蒸法消毒。试验鸡采用单层笼养，各试验组的 4 个重复鸡笼均匀分布在舍内不同部位，从而消除环境因素的影响。全期自由采食与饮水，温度、光照制度以及免疫程序等按照 AA 肉鸡常规饲养管理进行。

1.4 测定指标

1.4.1 小肠黏膜形态

分别于 28 和 42 日龄时每个重复随机选取 2 只鸡（即每组 8 只，公母各占 1/2），屠宰后取十二指肠、空肠和回肠前段，生理盐水冲洗干净后用福尔马林固定，经过冲水、梯度酒精脱水、二甲苯透明、石蜡包埋等处理后，以 5 μm 的厚度切片，常规苏木精–伊红（HE）染色。显微镜下使用 Cell 程序测量各肠段绒毛高度（villus height，VH）和隐窝深度（crypt depth，CD），并计算绒毛高度/隐窝深度（V/C）。

1.4.2 食糜消化酶活力

在上述试验基础上，取 28 和 42 日龄肉仔鸡十二指肠、空肠和回肠食糜各 0.5 g，加 4.5 mL 生理盐水匀浆，3 500 r/min 离心 10 min 后取上清，使用试剂盒（由南京建成生物工程研究所提供）测定胰蛋白酶（trypsin，TRY）、糜蛋白酶（chymototrypsin，CHY）、脂肪酶（lipase，LPS）和淀粉酶（amylase，AMY）活力。

1.4.3　营养物质表观代谢率

35 日龄时每个重复随机选取 1 只接近该组平均体重的鸡，于代谢笼内进行代谢试验，自由采食和饮水。采用全收粪法收集 3 d 的粪便，记录采食量和排粪量，粪样烘干并粉碎后参照《饲料分析及饲料质量检测技术》[10]测定干物质（DM）、粗蛋白质（CP）、粗脂肪（EE）、钙（Ca）和磷（P）的表观代谢率，计算公式如下：

营养物质表观代谢率（%）=（饲料中的营养物质含量－粪便中营养物质含量）/饲料中的营养物质含量×100。

1.5　数据处理

试验数据采用 SAS 9.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），差异显著者再进行 Duncan 氏法多重比较，P<0.05 为差异显著，0.05≤P<0.10 为差异趋于显著。

2　结果与分析

2.1　YSE 对肉仔鸡小肠黏膜形态的影响

由表 2 可知，28 日龄时，与对照组相比，各 YSE 添加组肉仔鸡十二指肠 VH 和 V/C 呈升高趋势（0.05≤P<0.10），CD 呈降低趋势（0.05≤P<0.10）；各 YSE 添加组空肠 VH 显著升高（P<0.05），V/C 呈升高趋势（0.05≤P<0.10）。42 日龄时，与对照组相比，100 mg/kg YSE 组十二指肠 VH 和 V/C 显著升高（P<0.05）；各 YSE 添加组空肠 VH 和 V/C 呈升高趋势（0.05≤P<0.10）。饲粮中添加不同水平 YSE 对 28 和 42 日龄时肉仔鸡回肠黏膜形态各项指标均无显著影响（P>0.05）。

表 2　饲粮中添加 YSE 对肉仔鸡小肠黏膜形态的影响

Table 2　Effects of dietary YSE on small intestinal mucosal morphology of broilers

项目 Items	丝兰提取物添加水平 YSE supplemental level/(mg/kg)				标准误 SEM	*P* 值 *P*-value
	0	100	200	300		

28 日龄 28 days of age						
绒毛高度 VH/μm						
十二指肠 Duodenum	1 981.67	2 275.00	2 026.17	2 017.92	81.43	0.087
空肠 Jejunum	1 449.52[b]	1 682.38[a]	1 699.58[a]	1 649.95[a]	62.66	0.025
回肠 Ileum	959.17	1 057.01	1 060.00	1 020.73	38.61	0.361
隐窝深度 CD/μm						
十二指肠 Duodenum	173.14	158.65	139.42	159.42	8.10	0.076
空肠 Jejunum	167.81	159.97	153.56	155.79	9.75	0.761
回肠 Ileum	158.95	167.45	155.63	159.50	10.30	0.897
绒毛高度/隐窝深度 V/C						
十二指肠 Duodenum	11.28	14.53	14.71	12.59	0.90	0.078
空肠 Jejunum	8.67	10.67	11.18	10.68	0.71	0.094
回肠 Ileum	6.15	6.43	6.94	6.51	0.46	0.851
42 日龄 42 days of age						
绒毛高度 VH/μm						
十二指肠 Duodenum	2 016.15[b]	2 352.78[a]	2 054.31[b]	2 031.88[b]	88.73	0.040
空肠 Jejunum	1 691.46	1 921.46	1 714.29	1 714.12	68.85	0.063
回肠 Ileum	1 245.42	1 259.58	1 270.73	1 258.13	65.51	0.997
隐窝深度 CD/μm						
十二指肠 Duodenum	209.78	197.88	201.05	212.27	10.14	0.799
空肠 Jejunum	201.76	189.67	194.79	200.79	8.84	0.776
回肠 Ileum	187.78	174.42	184.13	183.76	8.70	0.777
绒毛高度/隐窝深度 V/C						

十二指肠 Duodenum	9.58[b]	11.91[a]	10.26[ab]	9.58[b]	0.60	0.030
空肠 Jejunum	8.39	10.32	8.89	8.55	0.52	0.089
回肠 Ileum	6.56	7.21	6.94	6.90	0.38	0.868

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，相同或无字母表示差异不显著(P>0.05)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2　YSE 对肉仔鸡小肠食糜消化酶活力的影响

由表 3 可知，28 日龄时，与对照组相比，各 YSE 添加组肉仔鸡空肠和回肠食糜 TRY 活力呈升高趋势（0.05≤P<0.10）；100 和 200 mg/kg YSE 组回肠食糜 CHY 活力呈升高趋势而 300 mg/kg YSE 组呈降低趋势（0.05≤P<0.10）。42 日龄时，与对照组相比，200 mg/kg YSE 组回肠食糜 TRY 活力、十二指肠食糜 LPS 活力及各 YSE 添加组回肠食糜 LPS 活力均显著升高（P<0.05）；各 YSE 添加组回肠食糜 CHY 活力和空肠食糜 LPS 活力呈升高趋势（0.05≤P<0.10）。饲粮中添加不同水平 YSE 对 28 和 42 日龄时肉仔鸡小肠食糜 AMY 活力均无显著影响（P>0.05）。

表 3　饲粮中添加 YSE 对肉仔鸡小肠食糜消化酶活力的影响

Table 3　Effects of dietary YSE on activities of small intestinal chymous digestive enzymes of broilers

项目 Items	丝兰提取物添加水平 YSE supplemental level/(mg/kg)				标准误 SEM	P 值 P-value
	0	100	200	300		
28 日龄 28 days of age						

胰蛋白酶 TRY/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	2 412.96	2 524.24	2 937.55	2 690.00	505.77	0.926
空肠 Jejunum	17 725.20	27 511.57	28 252.39	22 992.34	3 086.75	0.087
回肠 Ileum	23 474.94	31 781.21	35 896.65	30 570.43	3 312.18	0.085
糜蛋白酶 CHY/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	4.87	19.86	12.87	6.91	4.36	0.188
空肠 Jejunum	52.52	67.60	57.66	53.32	7.88	0.702
回肠 Ileum	13.99	23.64	33.17	7.20	6.15	0.072
脂肪酶 LPS/（U/g prot）						
十二指肠 Duodenum	59.55	61.93	63.80	61.79	5.84	0.979
空肠 Jejunum	285.97	308.10	334.11	320.91	60.27	0.965
回肠 Ileum	187.35	228.32	267.18	199.14	46.42	0.667
淀粉酶 AMS/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	36.08	38.83	39.06	35.99	6.68	0.993
空肠 Jejunum	355.53	374.09	438.21	401.40	58.15	0.823
回肠 Ileum	447.55	468.70	490.66	375.44	65.56	0.718
42 日龄 42 days of age						
胰蛋白酶 TRY/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	581.63	1037.64	737.19	610.87	202.89	0.551
空肠 Jejunum	2 510.75	6 026.09	6 238.46	3 794.02	1 498.93	0.361
回肠 Ileum	5 758.62[b]	6 534.36[b]	17 284.53[a]	7 155.61[b]	2 652.31	0.036
糜蛋白酶 CHY/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	11.37	13.53	20.36	14.33	3.93	0.573

空肠 Jejunum	22.71	32.62	18.12	15.81	8.14	0.719
回肠 Ileum	10.27	10.37	34.21	14.74	5.73	0.090
脂肪酶 LPS/（U/g prot）						
十二指肠 Duodenum	30.80[b]	59.60[ab]	83.43[a]	30.07[b]	12.68	0.031
空肠 Jejunum	52.80	136.69	117.42	81.43	18.87	0.068
回肠 Ileum	57.26[b]	127.49[a]	115.47[a]	113.85[a]	19.93	0.036
淀粉酶 AMS/（U/mg prot）						
十二指肠 Duodenum	22.04	30.19	23.84	18.06	5.37	0.738
空肠 Jejunum	93.81	195.41	146.89	120.45	35.84	0.578
回肠 Ileum	107.26	120.16	150.73	82.99	30.95	0.669

2.3 YSE 对肉仔鸡营养物质表观代谢率的影响

由表 4 可知，与对照组相比，200 mg/kg YSE 组肉仔鸡 DM 和 CP 表观代谢率显著升高（P<0.05），而 300 mg/kg YSE 组 CP 表观代谢率显著降低（P<0.05）；100 和 200 mg/kg YSE 组 Ca、P 表观代谢率呈升高趋势而 300 mg/kg YSE 组呈降低趋势（0.05≤P<0.10）。

表 4 饲粮中添加 YSE 对肉仔鸡营养物质表观代谢率的影响

Table 4 Effects of dietary YSE on apparent metabolic rates of nutrients of broilers %

项目	丝兰提取物添加水平 YSE supplemental level/(mg/kg)				标准误	*P* 值
Items	0	100	200	300	SEM	*P*-value
干物质 DM	70.91[b]	71.44[ab]	73.15[a]	70.59[b]	0.74	0.045
粗蛋白质 CP	58.86[b]	58.33[b]	61.56[a]	55.63[c]	1.31	0.008
粗脂肪 EE	74.41	77.40	83.20	76.25	4.41	0.672
钙 Ca	34.97	36.32	36.49	30.01	1.87	0.086
磷 P	39.56	41.97	43.10	37.41	1.70	0.097

3 讨 论

3.1 YSE 对肉仔鸡小肠黏膜形态的影响

小肠 VH 与养分的吸收利用效率密切相关，VH 增加表明肠上皮细胞数量尤其是成熟的绒毛细胞数量增加，对养分的吸收能力增强。而小肠 CD 降低表明其基部的细胞生成率降低而肠上皮细胞成熟率上升，对养分的吸收功能增强；反之 CD 增加则说明机体组织的代谢加快，维持需要增加，畜禽生产性能下降。V/C 可综合反映小肠的功能状态，该值上升说明黏膜吸收功能增强，反之则降低[11-12]。本试验研究表明，饲粮中添加 YSE 肉仔鸡十二指肠和空肠 VH 和 V/C 升高。王勉超等[13]给肉鸡饲喂含有 125 mg/kg YSE 的饲粮，结果表明 VH 和黏膜厚度增加；Alfaro 等[14]报道，饲粮中添加 YSE 可以提高肉鸡十二指肠 V/C；唐静等[15]研究发现，饲粮中添加 80 mg/kg 的丝兰属麟凤兰提取物，显著提高了 21 和 42 日龄北京鸭十二指肠的 VH、V/C 和绒毛面积；孔俊领等[16]报道，饲粮中添加 YSE 可以显著改善仔猪肠黏膜结构，使肠绒毛数量增加且形态整齐而均匀，同时空肠 VH 以及回肠 V/C 显著升高。以上研究与本试验研究结果一致。报道认为，YSE 中含有的白藜芦醇具有减少细胞凋亡等活性，对肠道具有保护和修复作用[17]，皂甙和多糖类活性成分可以减少消化道内氨气含量，降低对肠黏膜的刺激和损伤[1-3]，推测这 3 种物质是 YSE 改善肠黏膜形态的主要因素。

3.2 YSE 对肉仔鸡小肠食糜消化酶活力的影响

消化酶是饲粮消化吸收效率的基础，TRY、CHY、LPS 和 AMY 作为蛋白质、脂肪和淀粉的主要消化酶，其活力是影响消化率和代谢率的关键因素。本试验研究表明，饲粮中添加 100 和 200 mg/kg YSE 肉仔鸡小肠食糜 TRY、CHY 和 LPS 活力均有不同程度的升高，但 AMY 活力无显著变化。报道认为，部分植物提取物可以提高动物消化酶活力，如植源性乳化剂可以使饲粮养分表观消化率和十二指肠胰 LPS 活力显著提高[18]。研究表明，皂甙具有表面活性作用，可作为乳化剂应用于畜禽饲粮[2]。王彦华[19]研究发现，饲粮中添加 0.3%的苜蓿皂甙使断奶仔猪和肥育猪 LPS 和 TRY 活力显著提高；潘俊良[20]研究表明，1 000、1 500 和 2 000

mg/kg 的苜蓿皂甙可以显著提高食糜 LPS 活力。本试验中，饲粮中添加 YSE 可以提高小肠食糜消化酶活力，可能是由于 YSE 中所含的丝兰皂甙等活性成分可以抑制脲酶活性，减少氨气生成，维持消化道内酸碱平衡[3]，保护肠黏膜结构和功能的完整性，进而保证消化酶的正常合成和分泌[21]。但孔俊领等[16]报道，饲粮中添加 YSE 并未对断奶仔猪肠道内容物消化酶活力产生显著影响，对此尚待进一步的研究论证。

3.3 YSE 对肉仔鸡营养物质表观代谢率的影响

报道认为，饲粮中添加酚类和醛类植物提取物可以使肉鸡 DM 和 CP 的表观代谢率显著提高[22]。本试验研究表明，饲粮中添加 200 mg/kg YSE 肉仔鸡 DM 和 CP 的表观代谢率分别提高了 3.16%和 4.59%。步长英[8]在 AA 肉鸡饲粮中添加 60、120 和 240 mg/kg 的丝兰皂甙，显著提高了 CP 利用率，添加剂量为 120 mg/kg 时效果最好；丁永敏[9]在饲粮中添加 60、120、和 240 mg/kg YSE，肉鸡 CP 的表观代谢率显著提高，且随添加水平的提高而呈上升趋势；李万军[6]给肉鸡饲喂 60、120 和 180 mg/kg YSE，CP 利用率显著升高。以上结果与本试验研究结果一致，YSE 可以提高营养物质表观代谢率，究其原因，可能是因为丝兰皂甙、多酚和多糖类活性成分抑制氨气生成、维持酸碱平衡和优化肠道微生态的作用为肠绒毛的生长发育和消化酶的化学性消化提供了良好的环境，进而促进了营养物质的消化、吸收和利用。

4 结 论

① 饲粮中添加 YSE 对肉仔鸡小肠黏膜具有一定的保护和修复作用，28 日龄时各 YSE 添加组空肠 VH 显著升高，42 日龄时 100 mg/kg YSE 组十二指肠 VH 和 V/C 显著升高。

② 饲粮中添加 200 mg/kg YSE 显著提高肉仔鸡 42 日龄时回肠食糜 TRY 活力和十二指肠食糜 LPS 活力，各 YSE 添加组均显著提高回肠食糜 LPS 活力。

③ 饲粮中添加 200 mg/kg YSE 肉仔鸡 DM 和 CP 表观代谢率显著升高，而 300 mg/kg YSE 组 CP 表观代谢率显著降低；100 和 200 mg/kg YSE 组 Ca、P 表观代谢率呈升高趋势而 300 mg/kg YSE 组呈降低趋势。

参考文献：

[1] 王兴伟.丝兰提取物的生理功能及其在动物生产中的应用[J].饲料与畜牧,2014(11):16–19.

[2] 龚红,邹胜龙.丝兰提取物的研究与应用[J].饲料研究,2015(1):14–17,39.

[3] 苏俊玲,史彬林,孙登生,等.丝兰提取物的活性成分及其在畜牧业中的应用研究[J].饲料工业,2015,36(19):19–23.

[4] 单提新.中药丝兰的安全性评价和降低鸡舍氨气浓度及提高蛋鸡生产性能的研究[D].硕士学位论文.长春:吉林大学,2009.

[5] 周霞.四种植物提取物对肉鸡氨气散发、生长性能和生化指标的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2012.

[6] 李万军.丝兰提取物对肉鸡饲粮养分利用率及鸡舍有害气体浓度的影响[J].畜牧与兽医,2014,46(9):44–47.

[7] 苏俊玲,史彬林,张静,等.丝兰提取物对肉仔鸡生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J].饲料研究,2015(18):23–26.

[8] 步长英.丝兰皂甙、芽孢杆菌对肉鸡生产性能、氮代谢和排泄物氨气散发量的影响[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2008.

[9] 丁永敏.丝兰提取物对肉鸡生产性能、血液生化指标和养分利用率影响的研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2010.

[10] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].3 版.北京:中国农业大学出版社,2012.

[11] 柯祥军,张小浔,瞿明仁,等.不同水平发酵豆粕对肉鸡肠黏膜结构的影响[J].饲料博览,2007(19):5–9.

[12] 郭元晟,闫素梅,史彬林,等.发酵乳酸杆菌对肉鸡小肠绒毛形态的影响[J].动物营养学报,2011,23(7):1194–1200.

[13] 王勉超,余锐萍,肖发沂,等.丝兰属植物提取物对肉鸡肠黏膜形态结构的影响[J].饲料工

业,2007,28(11):43–44.

[14] ALFARO D M,SILVA A V F,BORGES S A,et al.Use of *Yucca schidigera* extract in broiler diets and its effects on performance results obtained with different coccidiosis control methods[J].The Journal of Applied Poultry Research,2007,16(2):248–254.

[15] 唐静,朱勇文,侯水生,等.丝兰属麟凤兰和皂皮树提取物对北京鸭生产性能、小肠绒毛形态的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(7):51–54.

[16] 孔俊领,管武太,魏金龙,等.丝兰提取物对仔猪肠道内容物、消化酶以及肠道绒毛形态的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十一次全国动物营养学术研讨会论文集.北京:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2012:512.

[17] 高润颖,蔡美琴.白藜芦醇对肠道保护作用的研究进展[J].上海交通大学学报:医学版,2016,36(2):302–306.

[18] 范京辉.饲粮中添加植物源乳化剂对肉鸡脂肪代谢及生产性能的影响[D].硕士学位论文.杭州:浙江大学,2010.

[19] 王彦华.苜蓿皂甙和草粉对断奶仔猪和肥育猪生产性能的影响及其机理研究[D].硕士学位论文.郑州:河南农业大学,2007.

[20] 潘俊良.苜蓿皂甙在产蛋鸡及蛋雏鸡饲粮中的应用研究[D].硕士学位论文.郑州:河南农业大学,2007.

[21] 李滔.植物提取物对断奶仔猪的生产性能及肠道功能的影响研究[D].硕士学位论文.长沙:湖南农业大学,2012.

[22] 魏建东.天然植物提取物对肉鸡生产性能、代谢性能和肠道健康影响的研究[D].硕士学位论文.泰安:山东农业大学,2012.

Effects of *Yucca Schidigera* Extract on Digestive and Metabolic Functions of Broilers

*Corresponding author, professor, E-mail: shibinlin@yeah.net

（责任编辑　李慧英）

SU Junling　SHI Binlin*　YUE Yuanxi　CHU Weibin　CAO Zhenxing　SUN Dengsheng YAN Sumei

(*College of Animal Science*, *Inner Mongolia Agricultural University*, *Hohho*t 010018, *China*)

Abstract: Effects of dietary different level of *Yucca schidigera* extract (YSE) on small intestinal mucosal morphology, activities of chymous digestive enzymes and apparent metabolic rates of nutrients of broilers were studied to provided a theoretical basis for determining YSE appropriate dosage in broiler diets. One hundred and twenty-eight one-day-old Arbor Acres (AA) broilers were randomly assigned to 4 groups with 4 replicates per group and 8 chicks per replicate after 14 days pre-feeding period with basal diets. The supplemental levels of YSE in diets were 0, 100, 200, and 300 mg/kg, respectively. The experimental period lasted for 28 days. At 28 and 42 days of age, two birds in each replicate were selected randomly and slaughtered, and the front parts of duodenum, jejunum and ileum were removed in order to observed small intestinal mucosal morphology, and small intestinal chyme were collected for analyzing activities of digestive enzymes. At 35 days of age, one bird in each replicate was selected for metabolic experiment. The results showed as follows: compared with the control group, 1) diets added 100 mg/kg YSE significantly increased jejunum villus height (VH) of broilers at 28 days of age and duodenum VH and villus height/crypt depth (V/C) at 42 days of age (P<0.05). 2) Diets added 200 mg/kg YSE significantly increased the activities of trypsin (TRY) and lipase (LPS) in ileum chyme and LPS in duodenum chyme of broilers at 42 days of age (P<0.05). 3) Diets added 200 mg/kg YSE significantly increased the apparent metabolic rates of dry matter (DM) and crude protein (CP) of broilers (P<0.05), but diets added 300 mg/kg YSE significantly decreased CP apparent metabolic rate (P<0.05). What's more, the apparent metabolic rates of calcium (Ca) and phosphorus (P) in 100 and 200 mg/kg YSE groups showed an increasing trend but those in 300 mg/kg YSE group

showed a decreasing trend ($0.05 \leqslant P < 0.10$). In conclusion, the appropriate dosage of YSE in broiler diets is 100 to 200 mg/kg based on the digestive and metabolic function.

Key words: *Yucca schidigera* extract; broilers; digestion; metabolism